

EXPOSIÇÃO A CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS E A SAÚDE DOS TRABALHADORES /  
EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS AND THE HEALTH OF WORKERS

Santos, A. O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Mauá de Tecnologia – São Caetano/SP

**Resumo**

Este artigo apresenta um breve histórico e uma noção geral sobre a vanguarda, contextualizando o panorama das pesquisas relacionadas às exposições a campos eletromagnéticos na saúde, os efeitos físico-químicos e suas consequências orgânicas e, conseqüentemente, as principais doenças associadas.

**Palavras-chave:** Campos Eletromagnéticos; Efeitos Fisiológicos; Câncer; Risco

**Abstract**

*This paper represents an overview of the scenery around the researches about the risks related of the occupational exposure to electromagnetic fields (EMF), making considerations between the carcinogenic aspects of the EMF and the harmful effects caused by the movement of induced currents.*

**Keywords:** *Electromagnetic Fields; Physiological Effects; Cancer; Risk*

A humanidade, assim como, todos os demais seres vivos deste planeta, sejam animais ou vegetais, uni ou pluricelulares, marinhos ou terrestres, todos estão inexoravelmente expostos ao campo magnético natural da Terra. Pensemos... depois de milênios de exposição, contínua e ininterrupta, se esta exposição fosse tão nociva quanto dizem, já não deveríamos ter sido extintos? Fomos condicionados às doses e às variações diárias de exposição? Será que evoluímos para nos adaptar ou fomos “naturalmente selecionados”? Para os céticos, estas poderiam ser algumas das questões que serviriam como base numa suposta contra argumentação, sobre os riscos relacionados à exposição aos campos magnéticos. Mas o ponto é que, contra fatos não existem argumentos.

Com o desenvolvimento da ciência, os avanços tecnológicos proporcionaram à humanidade a capacidade de produzir e manipular campos elétricos e magnéticos. E, é a partir desse momento que todo o cenário se altera. O campo magnético natural do planeta, é praticamente constante, com pequenas e lentas variações diárias, das quais, até onde se tem conhecimento, não fazem mal algum aos seres vivos. Contudo, o que podemos dizer dos campos

artificiais? Sabe-se que a intensidade dos campos artificiais diminui com a distância entre os condutores, mas, próximo aos condutores podem apresentar intensidades extremamente superiores aos campos naturais.

Hoje em dia é virtualmente impossível evitar a exposição aos campos eletromagnéticos. A humanidade está exposta, diariamente, aos campos produzidos pelas correntes elétricas que acendem nossa iluminação, acionam nossos eletrodomésticos, e interconectam nossos celulares, computadores e TVs. Somos expostos aos campos das menores redes de distribuição até os das grandes linhas de transmissão, isso sem mencionar as exposições relacionadas a uma infinidade de outros equipamentos.

O problema é complexo e não está exatamente na exposição aos campos, mas sim na intensidade de tais campos. Por mais incrível que pareça, o problema não está nos efeitos nocivos provocados pela exposição aos campos de alta intensidade, os quais são facilmente observados e constatados em laboratório, o problema está na determinação do limiar de intensidade que tornará a exposição nociva à saúde em longo prazo.

Como determinar o limiar de nocividade destas exposições? Como estabelecer a correlação entre tal limiar e suas consequências? E, de que maneira estas exposições afetam os tecidos vivos? São algumas questões que serão comentadas no decorrer desta resenha, cujos objetivos são apresentar ao leitor um breve histórico e uma noção geral sobre a vanguarda, contextualizando o panorama das pesquisas relacionadas às exposições a campos eletromagnéticos na saúde, os efeitos físico-químicos e suas consequências orgânicas e, conseqüentemente, as principais doenças associadas.

Começando por um breve histórico, desde 1890, quando os primeiros hotéis, ruas e praças começaram a utilizar a eletricidade na iluminação pública, o interesse nos efeitos dos campos eletromagnéticos se tornou um assunto importante a ser considerado. Muitos estudos foram realizados mundo a fora desde então, porém, foi somente no início da década de 1960 que surgiram as primeiras preocupações sobre possíveis efeitos nocivos à saúde humana relacionados aos campos eletromagnéticos gerados pelos equipamentos e linhas de transmissão elétrica. No final da década de 1970, foram realizados os primeiros estudos epidemiológicos para avaliar o efeito da exposição aos campos eletromagnéticos não apenas em ambientes de trabalho, mas de toda a população.

Um desses estudos (vide WERTHEIMER & LEPPER, 1979) encontrou um risco aumentado para leucemia em crianças com relação à exposição aos campos magnéticos. Desde então, inúmeros estudos vêm tentando elucidar os possíveis efeitos nocivos à saúde advindos

da exposição aos campos eletromagnéticos, mais especificamente aos campos magnéticos, de variadas fontes, em diversas partes do mundo, examinando a associação entre exposição a campo magnético e doenças como cânceres de variados tipos, doenças cardiovasculares, abortos e malformações congênitas, entre outras (MARCÍLIO, 2009).

No Brasil, para acompanhar as tendências internacionais, em 1989 constituiu-se a Associação Brasileira de Compatibilidade Eletromagnética (ABRICEM). Criada através de um grupo de empresas da área de eletroeletrônica, especializou-se na tecnologia da medição dos campos eletromagnéticos e seus desdobramentos. Baseada em convênios com universidades e órgãos governamentais, estabeleceu-se uma capacitação técnica e científica com o objetivo de regulamentar as áreas de eletromagnetismo no país. Em 1998, a publicação das recomendações, para frequências de 9kHz a 300GHz, da International Commission on-Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), referendadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), serviu de marco decisivo para que a ABRICEM sugerisse à Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) a adoção de tais recomendações (LIPP *et al.* 2010).

Depois de propor as diretrizes que deveriam ser adotadas quanto a exposição humana a campos eletromagnéticos de alta frequência, que serviriam como base para a elaboração da Resolução ANATEL nº 303 de 02 de julho de 2002, “REGULAMENTO SOBRE LIMITAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A CAMPOS ELÉTRICOS, MAGNÉTICOS E ELETROMAGNÉTICOS NA FAIXA DE RADIOFREQUÊNCIAS ENTRE 9 kHz e 300 GHz” (ANATEL, 2002), ainda havia uma lacuna, a publicação das recomendações para a faixa de frequência conhecidas como 50/60Hz Extremely Low Frequency (ELF). Deste modo, apoiada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as concessionárias e outras empresas do setor, a ABRICEM liderou a realização do estudo referente aos riscos de exposição aos campos ELF. O projeto, conhecido como EMF-SP, foi considerado o maior estudo realizado sobre esse tema na América do Sul e, serviu de base para a elaboração da lei 11.934 de 05 de maio de 2009, sobre os limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos (BRASIL, 2009).

Nos últimos 30 anos aumentaram as pesquisas referentes à relação dos campos ELF de baixa intensidade e algumas doenças, particularmente alguns tipos raros de câncer em crianças. Entretanto, as pesquisas concentraram-se na busca de comprovação dos efeitos do campo magnético, principalmente após a International Agency for Research on Cancer (IARC) ter incluído os campos magnéticos de ELF entre os agentes “possivelmente carcinogênicos”, tais como o café, vegetais enlatados e os gases de escapamento de motores à gasolina (IARC, 2002).

Atualmente, independente dos riscos ocupacionais ou epidemiológicos, a lista de doenças associadas aos campos eletromagnéticos como possíveis agentes carcinogênicos é considerada vasta e onde, infelizmente, destacam-se: a leucemia infantil, os cânceres de cérebro, pulmão (SAVITZ *et al.* 1997), próstata, mama (masculino e feminino), testículos (STENLUND *et al.* 1997), pele (THÉRIAULT *et al.* 1994), além de doenças como Alzheimer e muitas outras doenças neurodegenerativas, tais como a Esclerose Lateral Amiotrófica.

Para entendermos melhor como a exposição aos campos eletromagnéticos afeta a saúde, seria oportuno recapitularmos os conceitos básicos e os riscos associados à eletricidade. O estudo dos fenômenos elétricos não pode ser separado do estudo de um outro grupo de fenômenos com os quais tem íntima ligação, os chamados fenômenos magnéticos. Sendo assim, os especialistas subdividem o estudo da eletricidade e do magnetismo em quatro grandes áreas: Eletrostática, Eletrodinâmica, Magnetismo e Eletromagnetismo. Onde, eletrostática estuda os fenômenos provocados pelas cargas elétricas em equilíbrio; eletrodinâmica estuda os fenômenos provocados pelas cargas elétricas em movimento; magnetismo estuda os fenômenos provocados pelos ímãs e; eletromagnetismo estuda os fenômenos elétricos relacionados com os fenômenos magnéticos.

Quando estudamos a exposição aos campos, estamos particularmente interessados em como os distúrbios eletrostáticos e eletrodinâmicos, induzidos pelos fenômenos eletromagnéticos, afetam a homeostasia fisiológica dos seres vivos. Em sentido amplo, a eletricidade é um agente de risco, causador de muitos acidentes, não só com lesões corporais às pessoas e aos animais, mas também com prejuízos materiais. Muitos riscos podem ser identificados previamente pelo bom senso ou por meio de simples inspeção, como o risco iminente de queda em um trabalho realizado nas alturas ou o risco, percebido pelo olfato, de contaminação e/ou explosão devido ao vazamento de gases tóxicos ou combustíveis.

Entretanto, quando o risco está relacionado à eletricidade, o problema adquire uma complexidade extra, uma vez que, em condutores ou dispositivos que estejam energizados, conduzindo e/ou irradiando, o risco só poderá ser constatado através de instrumentos específicos de análise e medição. Esta característica silenciosa de invisibilidade potencializa os perigos inerentes à eletricidade, transformando-a em um agente de risco de grande potencial, portanto, extremamente perigoso e merecedor de todo o respeito possível.

Há diferentes tipos de riscos devido aos efeitos nocivos da passagem da eletricidade pelo ser humano. Nesta resenha o foco se dará apenas nos riscos relacionados à essência ou à natureza da eletricidade: choque elétrico e os campos eletromagnéticos. O choque elétrico

decorre da corrente elétrica que se caracteriza pelo fluxo de elétrons que circula quando existe um caminho fechado, denominado circuito elétrico, estabelecido entre dois pontos com potenciais elétricos diferentes. A compreensão do mecanismo do efeito da corrente elétrica no corpo humano é fundamental para a efetiva prevenção e combate aos riscos provenientes das tensões induzidas. Em síntese, conclui-se que “o choque elétrico é a perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifesta no organismo humano quando este é percorrido por uma corrente elétrica” (TOCANTINS, 2007, p.12).

Os efeitos da circulação da corrente elétrica variam e dependem dos seguintes fatores: percurso da corrente elétrica pelo corpo; intensidade da corrente elétrica; tempo de duração; área de contato; frequência da corrente elétrica; tensão elétrica e sua característica alternada ou contínua; condições da pele (resistência) do indivíduo; constituição do indivíduo e; estado de saúde do indivíduo.

Com relação aos campos, na física o termo campo indica que em um determinado espaço existe uma força que pode ser responsável pelo movimento de corpos nele inseridos. Para fins didáticos, podemos resumir da seguinte maneira: campos elétricos tenderiam a segregar eletrólitos, separando e concentrando cargas em regiões distintas do corpo. Já os campos magnéticos variáveis induziriam tensões capazes de provocar a circulação de correntes elétricas.

Exatamente, estes dois efeitos muito conhecidos na literatura, ocorrem nos seres humanos a partir dos campos eletromagnéticos: o campo elétrico provoca a formação de uma carga sobre a superfície da pele e o magnético causa fluxo de correntes circulando em todo corpo. Normalmente estes efeitos não são prejudiciais aos seres humanos, mas, quando muito intensos, decorrentes de campos muito intensos, podem ocorrer disfunções em implantes eletrônicos (marca passo e dosadores de insulina) e a circulação de correntes em próteses metálicas, a ponto de provocar aquecimento intenso e, conseqüentemente, lesões internas.

Os seres vivos, a grosso modo, são formados basicamente por água e eletrólitos. Quando estudamos os efeitos nocivos causados pela circulação das correntes induzidas, não estamos preocupados com as paradas cardiorrespiratórias, com as queimaduras, muito menos com a tetanização. Estamos preocupados com as perturbações do sistema nervoso, com as alterações no sangue, em suma, com o comprometimento fisiológico dos órgãos e seus respectivos tecidos.

O maior problema está relacionado à proximidade e à conseqüente exposição a campos eletromagnéticos (radiação não-ionizante), por períodos de longa duração. Como

mencionado anteriormente, muitos estudos foram realizados no sentido de comprovar ou desmistificar tal influência. Contudo, mesmo existindo fortes indícios, a comunidade científica ainda não está convencida e independentemente das comprovações, inúmeras diretrizes foram estabelecidas para limitar a exposição. Em resumo, se em diversos centros de pesquisa distribuídos pelo mundo, os estudos continuam e, cientistas especialistas reavaliam os limites de tolerância à exposição de radiações não-ionizantes frequentemente, pode-se concluir no mínimo que, o tema ainda é considerado polêmico.

Embora um consenso entre as partes interessadas não seja possível, os resultados indicam a necessidade de implantar um programa de educação quanto ao risco de exposição aos campos eletromagnéticos, pois a percepção de risco e os consequentes desconfortos emocionais servirão de base para eventuais e futuros conflitos sociais. Principalmente, em virtude da onipresença associada aos campos eletromagnéticos.

### Referências Bibliográficas

- BRASIL. Lei 11.934 de 05 de maio de 2009. **Presidência da República – Casa Civil – Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Dispõe sobre limites à exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos; altera a Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965; e dá outras providências. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l11934.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11934.htm)>. Acesso em: 19/11/2018.
- IARC – International Agency for Research on Cancer. **Static and extremely low-frequency electric and magnetic fields**. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to humans. Lyon: IRAC. V. 80. 2002.
- LIPP, M. E. N.; BARBIERI, F. E.; CARDOSO, J. R.; SENISE, J. T.; KHEIFETS, L.; SANT’ANNA, L. F. P. et al. **Exposição a campos eletromagnéticos e saúde: Um estudo brasileiro**. ISBN 978-85-308-0910-2. ABRICEM. Editora Papyrus. 2010.
- MARCÍLIO, I.; HABERMANN, M.; GOUVEIA, N. Campos magnéticos de frequência extremamente baixa e efeitos na saúde: Revisão da literatura. **Ver. Bras. Epidemiology**, 12, pp. 105-123. 2009.
- Resolução ANATEL nº 303 de 02 de julho de 2002. **AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL**. (REGULAMENTO SOBRE LIMITAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A CAMPOS ELÉTRICOS, MAGNÉTICOS E ELETROMAGNÉTICOS NA FAIXA DE RADIOFREQÜÊNCIAS ENTRE 9 kHz e 300 GHz). Disponível em: <[http://www.anatel.gov.br/hotsites/coletanea\\_normas/TextoIntegral/NOR%5Cres%5Canatel\\_20020702\\_303.pdf](http://www.anatel.gov.br/hotsites/coletanea_normas/TextoIntegral/NOR%5Cres%5Canatel_20020702_303.pdf)>. Acesso em: 19/11/2018.
- SAVITZ, D. A.; DUFORT, V.; ARMSTRONG, B.; THÉRIAULT, G. Lung cancer in relation to employment in the electrical utility industry and exposure to magnetic fields. **Occup. Environ. Med.**, 54, pp. 396-402. 1997.

- STENLUND, G.; FLODERUS, B. Occupational exposure to magnetic fields in relation to male breast cancer e testicular cancers: a swedish case-control study. **Cancer Causes Control**, 8, pp. 184-191. 1997.
- THÉRIAULT, G.; GOLDBERG, M.; MILLER, A. B.; ARMSTRONG, B.; GUÉNEL, P.; DEADMAN, J. *et al.* Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada and France: 1970-1989. **Am. J. Epidemiol.**, 139, pp. 550-572. 1994.
- TOCANTINS, V. D. **Curso básico de segurança em instalações e serviços em eletricidade: Riscos Elétricos**. Brasília-DF, 2ª ed., SENAI. DN, 2007.
- WERTHEIMER, N.; LEPPER, E. Electrical wiring configuration and childhood cancer. **Am. J. Epidemiol.**, 109(3), pp. 345-355. 1979.